

"Zbornik radova", Sveska 41, 2005.

UDK 633.15: 631.527.5

***PRINOS ZRNA I PROCENAT VLAGE U ZRNU HIBRIDA KUKURUZA
SA RAZLIČITOM PROPORCIJOM EGZOTIČNE GERMPLAZME***

Ivanović, M., Vasić, N., Nastasić, Aleksandra¹

IZVOD

Izbor odgovarajućih egzotičnih izvora i njihova optimalna proporcija sa adaptivnim materijalom, dva su osnovna pitanja pri formiranju oplemenjivačkih programa sa egzotičnom germplazmom.

Cilj ovog rada je bio da prouči efekat različitih proporcija egzotične germplazme (kao izvor poslužila je inbred linija NC298) u očinskoj komponenti hibrida kukuruza, na prinos zrna i procenat vlage u zrnu. Koristeći direktna i povratna ukrštanja linija NC298, Mo17 i NS796 (poreklom iz adaptivnog materijala), formirane su sledeće proporcije egzotične germplazme: 0, 25, 50, 75 i 100%. Svaka grupa očeva ukrštanja je sa tri inbred linije BSSS osnove. Nivo signifikantnosti između grupa hibrida sa različitom proporcijom egzotične germplazme određen je F-testom iz analize varijanse Repeated Measure Deisgn (RMD).

Dobijeni rezultati ukazuju da favorizujuća proporcija inbred linije NC298 pri formiranju osnovnih selekcionih populacija iznosi 25% za selekciju na oba proučavana svojstva.

KLJUČNE REČI: kukuruz, egzotična germplazma, adaptivna germplazma

Uvod

Korišćenje egzotične germplazme u oplemenjivanju kukuruza nije nova tema. Inkorporaciju različitih egzotičnih izvora (pre svega populacija adaptiranih na tropske i subtropske uslove) u selekциони materijal umerenog klimata, preporučuju mnogi istraživači (Wellhausen, 1956; Goodman, 1965; Lonnquist, 1974; Hallauer, 1978; Geadelman, 1984; Goodman and Carson, 2000). Zbog niza ograničavajućih faktora (adaptabilnost i fotoperiodska reakcija, vezani geni, povećana učestalost nekih bolesti, itd.) rad sa egzotičnim materijalom je metodski složen i po pravilu dugoročan. Međutim, zbog više poželjinih svojstava, značajnih

1 Prof. dr Mile Ivanović, naučni savetnik, dr Nenad Vasić, viši naučni saradnik, dr Aleksandra Nastasić, naučni saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad

pre svega za sušnije rejone umerenog klimata (tolerantnost prema suši, najčešće poligena otpornost prema virusima, opšta vijabilnost biljke i sl.), egzotični materijal predstavlja značajan komplementarni izvor genetičke varijabilnosti u poređenju sa selekcionim materijalom umerenog klimata. Višedecenijski rad rezultirao je komercijalno prihvatljivim egzotičnim izvorima, posebno onim sa tropskom germplazmom (Goodman i sar., 2000). Nažalost, komercijalni hibridi, američkog kukuruznog pojasa (sredinom devedesetih godina prošlog veka) koji u svom pedigreu sadrže egzotični materijal čine oko 2,5% ukupnog broja (Goodman, 1998). U Evropi je zastupljenost ovakvih hibrida potpuno zanemarljiva.

Jedan od osnovnih problema pri formiranju dugoročnog prorama oplemenjivanja je određivanje optimalne proporcije egzotičnog i adaptiranog materijala. Ovaj odnos pre svega zavisi od nivoa adaptabilnosti egzotičnog izvora (podrazumevajući prethodnu selekciju na adaptabilnost), kao i od kombinacione vrednosti egzotični x adaptivni materijal. Kod komercijalnih programa veći značaj ima posebna kombinaciona sposobnost (za prinos zrna, na primer), te je neophodno utvrđivanje optimalne proporcije adaptivne i egzotične germplazme za svaku kombinaciju posebno.

Cilj ovog rada je bio da utvrdi uticaj različitih proporcija egzotične (tropske) inbred linije NC298 i adaptiranih linija Mo17 i NS796 (korišćenih kao očinske komponente) u hibridnim kombinacijama sa genetički nesrodnim, adaptiranim, inbred linijama BSSS osnove (majčinske komponente), na prinos zrna i udeo vode u zrnu pri berbi. Dobijeni rezultati mogli bi biti od značaja za izbor početne selekcionne populacije sa optimalnom proporcijom egzotične i adaptivne germplazme, za oba proučavana svojstva.

Materijal i metod rada

Kao izvor egzotične germplazme, na osnovu prethodnih istraživanja, poslužila je inbred linija NC298, selekcionisana na North Carolina St. University, Raleigh, USA (autor dr. M.M. Goodman). Dobijena je pedigree selekcijom iz četvorolinijskog hibrida čije komponente vode poreklo od tropskog materijala (Goodman, 1991, 2000). Odlikuje se biljkom srednje veličine, tamno-zelenim listom, uspravnim u odnosu na stablo. Otporna je prema poleganju i bolestima lista, stabla i klipa, tičnim za umereni klimat. Osetljiva je prema mehuastoj gari (Ustilago) u godinama povoljnim za razvoj ove bolesti. Klip je blago koničan sa 12 redova zrna. Zrno je tipa tvrdunca, žuto-crvenkaste boje, zdravo i kvalitetno. Pripada FAO grupi zrenja 800, sa izraženom visokom kombinacionom sposobnošću za prinos zrna, sa linijama BSSS osnove.

Za formiranje različitih proporcija egzotične i adaptivne germplazme korištena su direktna i povratna ukrštanja linija NC298 (100% egzotična germplazma) i Mo17 i NS796 (0% egzotične germplazme). Linija Mo17 američkog je porekla Lancaster osnove, a NS796 selekcionisana je u Institut za Ratarstvo i Povrtarstvo - Novi Sad, iz populacije Vukovarski žuti zuban. Navedene kombinacije i odgovarajuća proporcija germplazme date su u Tabeli 1.

Svaka linija ili kombinacija ukrštena je sa tri inbred linije BSSS osnove (NS568, NS416 i B109). Inbred linije NS568 i NS416 selekcionisane su u Institut za Ratarstvo i Povrtarstvo - Novi Sad, a linija B109 američkog je porekla (Iowa

State Univ.). Na taj način formirano je ukupno 27 hibrida (četiri grupe sa šest hibrida i jedna grupa sa tri hibrida) sa istom proporcijom egzotične germplazme u okviru svake grupe. Treba napomenuti da proporcija egzotične germplazme svake hibridne kombinacije iznosi $\frac{1}{2}$ vrednosti njene očinske komponente (majčinska komponenta ne sadrži egzotičnu germplazmu).

Tab. 1. Inbred linije i njihove kombinacije koje određuju odgovarajuće proporcije egzotične germplazme (korišćene kao očinske komponente hibrida)

Tab. 1. Inbred lines and their combinations obtained to fit appropriate proportions of exotic germplasm (used as a hybrids male parent)

Grupa ♂ Groups ♂	Linije i kombinacije Lines and combinations	Proporcija egzotične plazme Proportion of exotic germplasm
1.	NS 796 Mo17	0
2.	(NS 796xNC 298) x NS 796 (Mo17xNC298) x Mo17	25
3.	NS 796 x NC 298 Mo17 x NC 298	50
4.	(NS 796xNC 298) x NC 298 (Mo 17xNC 298) x NC 298	75
5.	NC 298	100

Odgovarajuća ukrštanja urađena su u periodu 2000. i 2001. godine, a uporedni ogledi po slučajnom blok sistemu zasejani su tokom 2002 i 2003. godine u četiri (lokalitet/godina) sredine: Novi Sad (Rimski Šančevi) 2002. i 2003. godine, Srbobran i Osijek 2003. godine. Hibridi su zasejani mašinskom setvom u dva ponavljanja sa po 2 reda/ponavljanju i 20 biljaka u redu, pri gustini useva od 53.333 biljaka/ha. Primenjena je uobičajena tehnologija gajenja na svim lokalitetima, bez primene navodnjavanja. Proučavan je prinos zrna (t/ha sa 14% vode) i procenat vode u zrnu pri berbi.

U ovom radu nisu prikazane pojedinačne vrednosti za lokalitete i genotipove, već samo prosečne vrednosti za grupe (proporcije egzotične germplazme) preko lokaliteta.

Nivo signifikantnosti razlika prosečnih vrednosti (preko lokaliteta) oba proučavana svojstva između grupa hibrida sa različitom proporcijom egzotične germplazme (0, 25, 50 i 75%), utvđen je pomoću F vrednosti iz analize varijanse RMD (Repeated Measure Design) modela (Edwards, 1979, poglavlje 10). Primenjeni dizajn slične je efikasnosti kao i standardni Test parova (t - test), ali pruža dodatne mogućnosti, kao što je procena R^2 vrednosti tretmana. Obzirom da grupu hibrida sa 100% egzotične germplazme u očinskoj komponenti (NC298) čine samo tri hibrida, ona nije mogla biti poredena sa ostale četiri grupe.

Rezultati

Najveći prosečan prinos zrna ostvarila je grupa hibrida sa 25% egzotične germplazme u očinskoj komponenti (7,40 t/ha), dok je najniži prinos ispoljila

grupa sa 75% egzotične germplazme (6,53 t/ha; Tabela 2). Povećanje procenta vlage u zrnu bilo je srazmerno povećanju proporcije egzotične germplazme, sa intervalom variranja od 23,03 do 32,39 za grupe hibrida sa 0% i 100% egzotične germplazme, respektivno.

Tab. 2. Prosečne vrednosti četiri lokaliteta za prinos zrna i procenat vlage u zrnu hibrida kukuruza sa različitom proporcijom egzotične germplazme

Tab. 2. Mean values over four environments for grain yield and grain moisture content of maize hybrids containing different proportion of exotic germplasm

Grupa Group	Proporcija NC 298 NC 298 proportion		Prinos zrna Grain yield		Vlaga zrna Grain moisture	
	%	Broj hibrida Hybrids number	t/ha	Rang Rank	%	Rang Rank
1.	0	6	7.26	2	23.03	5
2.	25	6	7.40	1	23.52	4
3.	50	6	6.62	4	25.45	3
4.	75	6	6.53	5	27.45	2
5.	100	3	6.72	3	32.39	1

Tab. 3. Sredine kvadrata (MS) iz analize varijanse (RMD model) za testiranje razlika između prinosa zrna hibrida kukuruza sa različitom proporcijom egzotične germplazme

Tab. 3. Mean squares (MS) of the analysis of variance (RMD model) for grain yield comparison among maize hybrids containing different proportion of exotic germplasm

Izvori varijacija Source of variation	df	Proporcija egzotične gempazme - Proportion of exotic germplasm					
		0:25	0:50	0:75	25:50	25:75	50:75
Hibridi (H) Hybrids (H)	5	0.024	0.155	0.053	0.183	0.126	0.124
Germplazma (G) [^] Germplasm (G) [^]	1	0.055 ^{ns}	1.223 ⁺	1.605 [*]	1.796 [*]	1.990 ^{**}	0.026 ^{ns}
G x H	5	0.130	0.202	0.105	0.201	0.005	0.208
R ² (SS _G /SS _{total}) [^]		0.067 ^{ns}	0.407 ⁺	0.670 [*]	0.483 [*]	0.754 ^{**}	0.015 ^{ns}

[^]FG=FR²=MSG/MSGxH; ⁺P<0.1; ^{*}P<0.05; ^{**}P<0.01; ^{ns}F<1

Poređenje razlika između grupa hibrida za prinos zrna, jasno izdvaja dva para testiranih proporcija (0 : 25 i 50 : 75) sa nesignifikantnim vrednostima F testa ($p > 0,05$; Tabela 3). Vrednosti F testa za ostala poređenja proporcija egzotične germplazme za prinos zrna bile su signifikantne ($p < 0,05$ ili $p < 0,01$). Jedino je razlika u prinosu zrna između grupa hibrida bez i grupe sa 50% egzotične germplazme bila signifikantna na nivou od 10% ($p < 0,1$). Koeficijent determinacije (R^2), koji pokazuje proporciju sume kvadrata tretmana (germplazme) u ukupnoj sumi kvadrata (SS_G / SS_{total}), najveći je pri poređenju proporcija 25 : 75 ($R^2 = 0,754$, $p < 0,01$) za prinos zrna, a najmanji je kod poređenja odnosa 50 : 75

($R^2=0,015$, $p>0,05$; Tabela 3). Nivo signifikantnosti R^2 vrednosti, određen je F testom tretmana u RMD modelu.

Analiza varijanse za procenat vode u zrnu pokazuje da svako povećanje egzotične germplazme za 25% dovodi do signifikantnog povećanja udela vode u zrnu ($p<0,05$ ili $p<0,01$). Jedina nesignifikantna razlika za procenat vode u zrnu utvrđena je između proporcija 0 : 25 ($p>0,05$; Tabela 4). Istovremeno, sve vrednosti R^2 za ovo svojstvo bile su signifikantne ($p<0,05$), osim za poređenje proporcije 0 : 25 gde je utvrđena niska i nesignifikantna vrednost ($p>0,05$).

Tab. 4. Sredine kvadrata (MS) iz analize varijanse (RMD model) za testiranje razlika između procenata vode u zrnu hibrida kukuruza sa različitim proporcijom egzotične germplazme

Tab. 4. Mean squares (MS) of the analysis of variance (RMD model) for grain moisture comparison among maize hybrids containing different proportion of exotic germplasm

Izvori varijacija Source of variation	df	Proporcija egzotične germplazme - Proportion of exotic germplasm					
		0:25	0:50	0:75	25:50	25:75	50:75
Hibridi (H) Hybrids (H)	5	0.187	1.931	1.383	1.967	2.881	2.869
Germplazma (G) [^] Germplasm (G) [^]	1	0.735 ^{ns}	17.642 ^{**}	58.610 ^{**}	11.038 ^{**}	46.217 ^{**}	12.020 [*]
G x H	5	1.776	0.908	3.077	0.536	0.345	1.130
R^2 (SSG/SStotal) [^]		0.047 ^{ns}	0.554 ^{**}	0.724 ^{**}	0.470 ^{**}	0.741 ^{**}	0.375 [*]

[^]FG=FR²=MSG/MSGxH; ⁺P<0.1; ^{*}P<0.05; ^{**}P<0.01; ^{ns}F<1

Diskusija

Stvaranjem tzv. "instant" izvora egzotične germplazme, (kakve su na primer inbred linije sa potpunom ili delimičnom proporcijom materijala tropskog porekla), ostvarene su realnije pretpostavke za njihovo komercijalno korišćenje. Veći broj ovakvih linija (među kojima i NC298), selekcionisanih na North Carolina State University u prethodnih dvadesetak godina, daje zadovoljavajuće rezultate u kombinaciji sa komercijalnim linijama semenskih kompanija (Goodman, razgovori). Međutim, u kombinaciji sa komercijalnim linijama umerenog klimata, one mogu poslužiti kao značajan izvor genetičke varijabilnosti za stvaranje novih roditeljskih komponenti, što potvrđuju i rezultati ovih istraživanja.

Pri formiranju osnovnih populacija, posebno onih uže genetičke osnove, utvrđivanje optimalne proporcije odabrane adaptivne i egzotične germplazme (pre svega sa stanovišta prinosa zrna i procenta vode u zrnu) od primarnog je značaja. Teorijska istraživanja i simulacioni modeli ukazuju da povratna ukrštanja sa adaptiranim materijalom (25% egzotične germplazme), predstavljaju optimalnu proporciju za populacije sa niskim (početnim) prosečnim vrednostima (Ho i Comstock, 1980), odnosno u slučaju izražene superiornosti adaptivne populacije (Bridgess i Gardner, 1987). Eksperimentalni rezultati u većini slučajeva, takođe potvrđuju prednost povratnog ukrštanja sa adaptivnim izvorima (Hallauer, 1978; Crossa i Gardner, 1987; Albrecht i Dudley, 1987; Hoffbeck i sar.,

1995). Rezultati naših istraživanja u saglasnosti su sa navedenim teorijskim i eksperimentalnim studijama za oba proučavana svojstva: prinos zrna i procenat vode u zrnu.

Dobre agronomske performanse (za prinos zrna i procenat vode) povratne generacije sa adaptivnim materijalom, kao favorizujuće početne populacije, ne ukazuju na potrebu dodatne selekcije (segregirajućih generacija) na adaptabilnost, što je takođe u saglasnosti sa rezultatima Hoffbeck i sar., 1995.

ZAKLJUČAK

Hibridi sa 25% egzotične germplazme u očinskoj komponenti ostvarili su najveći prosečan prinos zrna (7,40 t/ha), uz istovremeno nesignifikantno veći procenat vode u zrnu u odnosu na hibride bez egzotične germplazme.

Dobijeni rezultati favorizuju povratna ukrštanja sa adaptivnim materijalom (25% egzotične germplazme), kao prihvatljiv genetički izvor za selekciju na oba proučavana svojstva.

LITERATURA

- Albrecht B., J.W. Dudley, (1987) Evaluation of four maize populations containing different proportions of exotic germplasm. *Crop Sci.* 27: 480-486.
- Bridges, W.C., Jr., C.O. Gardner, (1987) Foundation populations for adapted by exotic crosses. *Crop Sci.* 27: 501-506.
- Crossa J., C.O. Gardner, (1987) Introgression of an exotic germplasm for improving an adapted maize population. *Crop Sci.* 27: 187-190.
- Edwards A.L., (1979) Multiple regression and the analysis of variance and covariance. W.H. Freeman and Company, San Francisco: 117-129.
- Geadelmann J.L., (1984) Using exotic germplasm to improve northern corn. *Ann. Corn and Sorghum Research Conf. Proc.* 39: 98-110.
- Goodman M.M., (1965) Estimates of genetic variance in adapted and exotic populations of maize. *Crop Sci.* 5: 87-90.
- Goodman M.M., (1998) Research policies thwart potential payoff of exotic germplasm. *Diversity* 14, no. 3 & 4: 30-35.
- Goodman M.M., (1991) Notice of release of NC296A, NC298 and NC300 maize germplasm lines. North Carolina Agricultural Research Service, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina
- Goodman M.M., M.L. Carson, (2000) Reality vs. myth: Corn breeding, exotics, and genetic engineering. *Ann. Corn and Sorghum Research Conf. Proc.* 55: 140-172.
- Goodman M.M., J. Moreno, F. Castillo, R.N. Holley, M.L. Carson, (2000) Using tropical maize germplasm for temperate breeding. *Maydica* 45: 99-112.
- Hallauer A.R., (1978) Potential of exotic germplasm for maize improvement. *Maize breeding and genetics.* Wiley, New York: 229-247.
- Ho Y.T., R.E. Comstock, (1980) Combining superior alleles from two homozygous populations in cross-fertilizing species. *Genet. Res.* 36: 277-287.
- Hoffbeck M.D., S.J. Openshaw, J.L. Geadelmann, R.H. Peterson, D.D. Stuthman, (1995) Backcrossing and intermating in an exotic x adapted cross of maize. *Crop Sci.* 35: 1359-1364.

- Lonnquist J.H., (1974) Consideration and experiences with recombinations of exotic and Corn Belt germplasm. Ann. Corn and Sorghum Research Conf. Proc. 29:102-117.
- Wellhausen E.J., (1956) Improving American corn with exotic germplasm. Ann. Corn and Sorghum Research Conf. Proc. 11: 85-96.

GRAIN YIELD AND GRAIN MOISTURE CONTENT OF MAIZE HYBRIDS CONTAINING DIFFERENT PROPORTION OF EXOTIC GERmplasm

Ivanović, M., Vasić, N., Nastasić, Aleksandra

Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad

SUMMARY

Two main questions in programs introgressing exotic maize germplasm into temperate materials are the choice of available exotic sources to work with, and the proportion of exotic germplasm that should be incorporated into adapted germplasm. The objectives of this study were to compare effects of the different proportions of tropical maize germplasm (via inbred NC298) in hybrids male parent, on grain yield and grain moisture content. Using direct crosses and backcrosses (between NC298, Mo17 and NS796 male lines) five male groups were formed containing 0, 25, 50, 75 and 100 percent of tropical germplasm, respectively (or one half in their corresponding hybrids). Each male parent group was tested with three female inbred-testers that belong to the Reid yellow dent heterotic group. The level of significance between mean values of hybrids containing the different proportion of NC298 line in male parent was estimated by F value using Repeated-Measure Design (RMD).

The NC298 tropical germplasm inbred line of maize, could be incorporated into temperate breeding material comprising 25% of the foundation population proportion, for both grain yield and grain moisture content.

KEY WORDS: maize, exotic germplasm, temperate germplasm